

Е. А. Заславский, В. Л. Блинов

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург

egor.zaslavsky@yandex.ru

ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА И ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГАЗОТУРБИННЫХ ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ

В настоящей работе описаны факторы повышения энергоэффективности транспорта газа за счет применения методов параметрической диагностики газотурбинных газоперекачивающих агрегатов. В работе приведены некоторые результаты испытаний газотурбинной установки на объекте эксплуатации, проведена оценка ее технического состояния.

Ключевые слова: *газоперекачивающий агрегат; газотурбинная установка; параметрическая диагностика; техническое состояние.*

E. A. Zaslavskiy, V. L. Blinov

Ural Federal University, Ekaterinburg

PARAMETRIC DIAGNOSTICS AND TECHNICAL CONDITION ESTIMATION OF GAS PUMPING UNITS

This paper describes the factors that increase the gas transportation energy efficiency with methods of parametric diagnostics for gas pumping units. The paper presents some test results of the gas turbine unit at the operating site, gas turbine unit technical condition was assessed.

Keywords: *gas pumping unit; gas turbine unit; parametric diagnostics; technical condition.*

В соответствии с Концепцией энергосбережения на период 2011–2020, основной задачей ПАО «Газпром» является максимальная реализация потенциала энергосбережения и, как следствие, снижение техногенной нагрузки на окружающую среду.

В настоящее время в состав компрессорного парка ПАО «Газпром» входят около 4000 газотурбинных газоперекачивающих агрегатов (ГПА). В качестве топлива для ГПА используется тот же транспортируемый природный газ. Потенциал энергосбережения в 2011–2020 годах определен в 28,2 млн т условного топлива (у. т.) [1].

Показателем энергоэффективности газотранспортной системы является удельный расход энергоресурсов на выполнение единицы работы [2]:

$$E_{\text{ТЭР}}^{\text{ГТС}} = \frac{B_{\text{ТЭР}}^{\text{ГТС}}}{A_{\text{ТЭР}}^{\text{ГТС}}}, \text{ кг у. т./млн м}^3 \cdot \text{км},$$

где $B_{\text{ТЭР}}^{\text{ГТС}}$ – количество потребляемых топливно-энергетических ресурсов (ТЭР); $A_{\text{ТЭР}}^{\text{ГТС}}$ – товаротранспортная работа.

Анализируя представленное выражение, снижения показателя $E_{\text{ТЭР}}^{\text{ГТС}}$ можно добиться за счет уменьшения количества потребляемых ТЭР (топливного газа и электроэнергии). Одним из способов достижения поставленной задачи является параметрическая диагностика ГПА с целью выбора оптимальных режимов работы и минимизации расхода топливного газа [3]. Параметрическая диагностика – это комплекс показателей, критериев, режимных характеристик, методик расчетных алгоритмов, позволяющий оценивать и контролировать техническое состояние и эффективность ГПА на единой методологической основе при помощи штатных измерений системы автоматического управления ГПА. Помимо экономии энергоресурсов внедрение методов и средств параметрической диагностики позволит: оценить качество проведенного ремонта ГПА; обеспечить информацией о фактическом состоянии парка ГПА и о характеристиках агрегатов в процессе эксплуатации; повысить выходные показатели эффективности ГПА (КПД и мощности) в межремонтный период путем принятия мер по устранению выявленных неисправностей на работающих ГПА; перейти от системы планово-предупредительных ремонтов к ремонту по фактическому техническому состоянию, что позволяет сократить затраты на ремонт, увеличить ресурс парка ГПА до ремонтов.

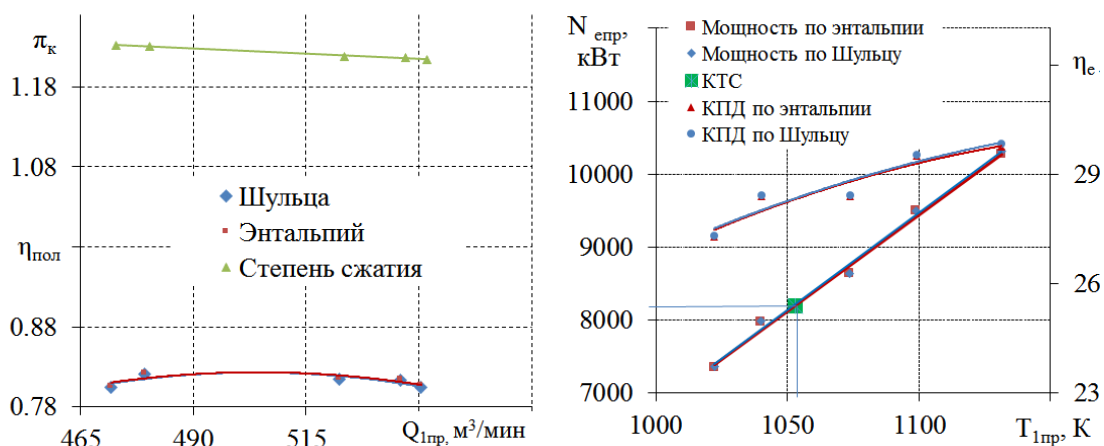
Техническое состояние ГПА оценивается с использованием коэффициентов технического состояния (КТС). Для этого необходимо достоверно определить фактические значения эффективной мощности и КПД газотурбинной установки (ГТУ), а также политропный КПД центробежного нагнетателя (ЦБН). Наиболее точную информацию по перечисленным параметрам возможно получить только на основании анализа результатов испытаний ГПА. Обработка результатов испытаний возможно проводить по различным методикам [4].

В результате расчета обслуживающему персоналу предоставляются данные о уровне потребления ТЭР в сравнении с эталонными показателями. Что позволит определить оптимальный режим работы ГПА в рамках существующего задания транспорта газа и оптимизировать загрузку и режим работы компрессорного цеха, тем самым уменьшив расход топливного газа на собственные нужды компрессорного цеха.

В настоящем исследовании проведен анализ и обработка результатов теплотехнических испытаний ГПА типа ГТК-10-4 на объекте эксплуатации. Обработав эксплуатационные данные, измеренные на ГПА при помощи методических указаний [5] определены эффективная мощность и КПД ГТУ, а так же политропный КПД ЦБН на различных режимах работы ГПА. В настоящей работе расчет эффективной мощности ГПА проведен двумя методами: «Шульца» и «энтальпий» (представлено на рисунке). По результатам расчетов среднее отклонение Δ между методами составила: для приведенной внутренней мощности, потребляемой ЦБН, $\Delta \left(\frac{N_i}{\rho_{1H}} \right)_{np} - 0,03 \%$; для политропного КПД ЦБН $\Delta \eta_{пол} - 0,034 \%$; для приведенной эффективной мощности ГТУ $\Delta N_e - 0,034 \%$; эффективного КПД ГТУ $\Delta \eta_e - 0,034 \%$. КТС ГТУ по мощности $K_{Ne} = 0,82$.

Основным недостатком использования данных методов является то, что внутренняя мощность ЦБН напрямую зависит от массового расхода нагнетателя. На большинстве компрессорных станций расход

определяется по перепаду давлений на сужающем устройстве перед ЦБН, который может вносить погрешность в определение расхода.



Зависимости изменения степени повышения давления и политропного КПД ЦБН (слева) и эффективных мощности и КПД ГТУ (справа) на различных режимах работы ГПА

Дальнейшим направлением работы является определение эффективной мощности ГПА другими способами, которые бы имели наименьшую погрешность и меньше зависели от сторонних условий.

Список использованных источников

1. Концепция энергосбережения ОАО «Газпром» / Государственная информационная система в области энергосбережения [Электронный ресурс]. URL: <https://gisee.ru/articles/organizations/19316/> (дата обращения: 09.11.2018).
2. Хворов Г. А., Мацук М. Н., Белинский А. В., Вовк Ф. Э., Сивков Д. Г. Оценка потенциала энергосбережения в магистральном транспорте газа: проблемы, реализация, перспективы // Газовая промышленность. 2017. № 7. С. 76 – 85.
3. Шишелов В. С., Блинов В. Л. Анализ мероприятий по повышению эффективности работы компрессорных станций в составе магистральных газопроводов // Севергеоэкотех–2017 : материалы XVIII Международн. молодежн. науч. конф. (12–14 апреля 2017 г.). В 5 ч. Ч. 4. – Ухта : УГТУ, 2018. С. 116–121.
4. Якименко И. С., Блинов В. Л., Комаров О. В. Оценка технического состояния газотурбинных установок по мощности // Энерго и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : Материалы Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых с междунар. участием (Екатеринбург, 12-16 декабря 2016 г.). Екатеринбург : УрФУ, 2016. С. 316 – 319.
5. Щуровский В. А., Синицын Ю. Н., Корнеев В. И., Черемин А. В., Степанов Г. С. Методические указания по проведению теплотехнических и газодинамических расчетов при испытаниях газотурбинных газоперекачивающих агрегатов ПР 51-31323949-43-99. М. : ВНИИГАЗ, 1999. 26 с.